

**PENGARUH VARIASI DOSIS TAWAS TERHADAP PENURUNAN
KADAR *PHOSPHATE* AIR LIMBAH RUMAH SAKIT PKU
MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

ARTIKEL PUBLIKASI ILMIAH



Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Ijazah S1 Kesehatan Masyarakat

Disusun Oleh :

OKTAVIANA ZAH RATUL PUTRI

J 410 131 022

**PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2015



**PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**
Jl. A. Yani Pabelan Tromol I Pos Kartasuro Telp (0271) 717417 Surakarta 57102

SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI ARTIKEL ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Pembimbing I : H. Heru Subaris K, SKM., M.Kes.

Pembimbing II : Dwi Astuti, SKM., M.Kes.

Telah membaca dan mencermati Naskah Artikel Publikasi Ilmiah, yang merupakan ringkasan skripsi dari mahasiswa:

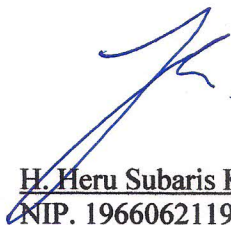
Nama : Oktaviana Zahratul Putri
NIM : J 410 131 022
Program Studi : Kesehatan Masyarakat
Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Dosis Tawas Terhadap Penurunan Kadar *Phosphate* Air Limbah Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta.

Naskah Artikel tersebut, layak dan dapat disetujui untuk dipublikasikan,
Demikian persetujuan ini dibuat semoga dapat digunakan seperlunya.

Surakarta, 13 Juni 2015

Pembimbing I

Pembimbing II


H. Heru Subaris K, SKM., M.Kes
NIP. 196606211989021001


Dwi Astuti, SKM., M.Kes
NIK. 756

Putri, Oktaviana. **PENGARUH VARIASI DOSIS TAWAS TERHADAP PENURUNAN KADAR *PHOSPHATE* AIR LIMBAH RUMAH SAKIT PKU MUHAMMADIYAH SURAKARTA.** Skripsi. Program Studi Kesehatan Masyarakat. Fakultas Ilmu Kesehatan. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Pembimbing: (I) Heru Subaris K, SKM., M.Kes (II) Dwi Astuti, SKM., M.Kes.

ABSTRAK

Limbah cair yang mengandung zat *phosphate* berpengaruh terhadap kesehatan manusia. Kadar *phosphate* berdasarkan hasil uji pendahuluan yang di lakukan di Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta sebesar 5,7 mg/l, hasil tersebut melebihi baku mutu air limbah. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan proses koagulasi menggunakan koagulan tawas. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi dosis tawas terhadap penurunan kadar *phosphate* air limbah Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta. Jenis penelitian *true experiment* dengan *pre-post test with control design*. Lokasi penelitian di Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta. Pengolahan menggunakan variasi dosis tawas sebesar 0,25 gr/l, 0,5 gr/l dan 0,75 gr/l dengan metode pengadukan manual lambat yaitu 10 rpm selama 10 menit. Hasil rata – rata penurunan kadar fosfat tiap variasi dosisnya yaitu 67,03%; 91,98%; dan 99,82%. Uji statistik yang digunakan adalah *Shapiro-Wilk* dan *One Way Anova*. Berdasarkan analisis dengan menggunakan *One Way Anova* pada kelompok perlakuan dan kontrol didapatkan nilai p $0,001 < \alpha$ 0,01, yang artinya ada pengaruh variasi dosis tawas terhadap penurunan kadar *phosphate*. Disarankan pada peneliti lain untuk melakukan penelitian sejenis dengan menggunakan koagulan jenis lain untuk pengolahan dengan metode koagulasi dengan parameter lain seperti BOD, COD atau logam berat lainnya.

Kata kunci : Limbah Cair, *Phosphate*, Tawas

Putri, Oktaviana. ***THE INFLUENCE OF VARIATION ALUM DOSES TO A DECREASE IN LEVELS OF PHOSPHATE OF WASTE WATER PKU MUHAMMADIYAH SURAKARTA HOSPITAL.*** Skripsi. Program Studi Kesehatan Masyarakat. Fakultas IlmuKesehatan. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Pembimbing: (I) Heru Subaris K, SKM., M.Kes (II) Dwi Astuti, SKM., M.Kes.

ABSTRACT

Liquid waste containing phosphate substances impact on human health .Levels of phosphate test based on the introduction that in doing in PKU Muhammadiyah Surakarta Hospital of 5,7 mg/l, these results more than raw waste water quality. One way that can be done is with the process of coagulation using koagulan alum. The purpose of this research is aware of the influence of alum doses of variations on the decline in levels of phosphate in PKU Muhammadiyah Surakarta Hospital. The type of research true experiment with pre-post test with control design. The location of research at PKU Muhammadiyah Surakarta Hospital. Processing using variations of a dose of alum 0.25 gr/l , 0.5 gr/l and 0.75 gr/l with a method of slow manual stirring 100rpm 10 minutes .The results of average the decline in levels of phosphate every variation namely dosage 67,03 %; 91,98 %; and 99,82 % .The statistics used is Shapiro-Wilk and One-Way Anova. Based on the analysis with the use of one-way anova in the treatment group and the control for levels of phosphate < 0.01 , which means that there is variation doses influence alum to a decrease in levels of phosphate. Suggested in other researchers to conduct a similar study using koagulan other kinds for reprocessing with the methods of coagulation with other parameters such as BOD, COD or other metal.

Keyword : Waste water, phosphate, Alum

PENDAHULUAN

Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta telah memiliki instalasi pengolahan air limbah. Pengolahan limbah cair di Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta menggunakan cara fisika-kimia, yaitu sistem aerasi dan filtrasi. Jumlah limbah yang dihasilkan setiap harinya 70-80 m³/hari. Semua limbah cair yang dihasilkan di rumah sakit ditampung menjadi satu bak penampung eksisting dan dipompa menuju bak reaktor aerasi setelah itu menuju reaktor *clarifier*. Pada proses aerasi menggunakan dua *blower* yang bekerja secara kontinu dan dihidupkan bergantian secara otomatis. Setelah melalui bak penampung eksisting disalurkan ke bak *filtrasi* dimana pada bak *filtrasi* menggunakan lumpur aktif, gravel, dan pasir sebagai penyaring dari limbah cair tersebut, selanjutnya air limbah dialirkan ke bak penampung *effluent* dan dialirkan lagi ke bak kolam praktis, di bak kolam praktis diberi bahan desinfektan dan dialirkan menuju kolam indikator selanjutnya dibuang ke saluran pembuangan. Namun, setelah dilakukan pengolahan, masih ada kadar limbah yang melebihi baku mutu Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah nomor 5 tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah.

Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit di Propinsi Jawa Tengah menetapkan bahwa nilai ambang batas untuk parameter *phosphate* sebesar 2 mg/l. Berdasarkan hasil survey pendahuluan yang dilakukan pada tanggal 9 Januari 2015 didapatkan data dibagian sanitasi, hasil pengujian terakhir Laboratorium Fisika Kimia Air Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit Yogyakarta pada bulan September kadar *phosphate* 6,4455 mg/l dan pH 7,3. Tawas merupakan bahan koagulan yang paling banyak digunakan karena reaksi yang terjadi jika tawas dimasukkan kedalam air limbah, yaitu terjadi proses hidrolisis, yang sangat

dipengaruhi oleh nilai pH dari air limbah. pH kerja optimal koagulan tawas sebesar 6-8.

Uji pendahuluan yang dilakukan di bagian sanitasi IPAL Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta didapatkan data hasil pengujian laboratorium fisika kimia air yang dilakukan oleh Balai Laboratorium Kesehatan Yogyakarta pada tanggal 30 Maret 2015 didapatkan hasil untuk parameter *phosphate* sebesar 5,7 mg/l. Hasil tersebut melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Setelah dilakukan uji pendahuluan untuk menurunkan kadar *phosphate* dengan menggunakan koagulan tawas dengan metode pengadukan manual cepat dan pengadukan lambat, juga menentukan dosis tawas yang efektif dengan variasi dosis 0,5gr/l, 1gr/l, dan 1,5gr/l didapatkan hasil penurunan kadar *phosphate* pada pengadukan cepat 5,556 mg/l, 5,71 mg/l, 5,553 mg/l dan pada pengadukan lambat 5,71 mg/l, 5,63 mg/l, 5,64 mg/l. Karakteristik limbah Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta pagi, siang dan sore sama. Berdasarkan hasil uji pendahuluan tersebut penurunan kadar *phosphate* dengan menggunakan koagulan tawas yang efektif terdapat pada proses pengadukan manual lambat dengan dosis 0,5gr/l.

Menurut Harahap dan Madianna (2005), menyatakan bahwa tawas dalam metode *fluidisasi* dan *clarifier* dapat menurunkan kadar *phosphate* pada air limbah laundry. Setelah dilakukan penelitian dan pemeriksaan laboratorium diperoleh kadar *phosphate* sebelum penambahan tawas dalam metode *fluidisasi* dan *clarifier* yaitu 4,77 mg/l, sedangkan kadar *phosphate* setelah penambahan tawas dengan dosis 0,1 gr, 0,5 gr, 1 gr, 2gr, dan 3 gr dalam 1 liter air limbah dalam metode *fluidisasi* dan *clarifier* yaitu 1,53 mg/l; 1,72 mg/l; 1,41 mg/l; 0,89 mg/l dan 0,58 mg/l.

Menurut Tamzil Aziz, dkk (2013), menyatakan bahwa penambahan tawas hingga 100 ppm, kadar deterjen turun menjadi 0,58 mg/l. Karena tawas dapat

mengadsorpsi zat-zat warna atau zat-zat pencemar seperti deterjen dan peptisid.

Berdasarkan latar belakang di atas maka peneliti akan meneliti tentang pengaruh variasi dosis tawas terhadap penurunan kadar *phosphate* di Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan penelitian *true experiment* dengan *pre-post test with control design*. Selanjutnya data yang diperoleh dari hasil penelitian tersebut dianalisis dengan uji bivariat dan multivariat. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif. Data kuantitatif berkaitan dengan angka meliputi: dosis tawas, kadar *phosphate*, suhu dan pH.

HASIL

Penelitian ini dilakukan untuk menurunkan kadar *phosphate* pada limbah cair Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta menggunakan tawas. Variasi dosis tawas yang digunakan sebesar 0,25 gr/l, 0,5 gr/l, dan 0,75gr/l. Dosis ini berdasarkan uji pendahuluan yang dilakukan menunjukkan bahwa dosis tawas paling efektif dalam menurunkan kadar *phosphate* adalah sebesar 0,5 gr/l dengan penurunan sebesar 5,234 mg/l (91,98%).

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan pada bulan Mei dan setelah dilakukan pemeriksaan sampel limbah cair Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta untuk *phosphate* di Balai Laboratorium Kesehatan (BLK) Yogyakarta, dilakukan analisis secara univariat dan bivariat.

Analisis Univariat

a. pH

Hasil pemeriksaan terhadap pH pada kelompok sebelum dan

sesudah perlakuan dapat disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pemeriksaan pH sebelum dan sesudah pengolahan menggunakan tawas pada kelompok perlakuan dan kontrol

Pengulangan	Perlakuan							
	Kontrol		0,25 gr/l		0,5 gr/l		0,75 gr/l	
	<i>pre</i>	<i>post</i>	<i>pre</i>	<i>Post</i>	<i>Pre</i>	<i>Post</i>	<i>pre</i>	<i>Post</i>
1	8	8	8	7	8	7	8	7
2	8	8	8	7	8	7	8	7
3	8	8	8	7	8	7	8	7
Jumlah	24	24	24	21	24	21	24	21
Rata-rata	8	8	8	7	8	7	8	7

Pada Tabel 4. Dapat diketahui bahwa tidak terdapat penurunan kadar pH pada kelompok kontrol dan terdapat penurunan pH

sesudah perlakuan. pH sebelum didapatkan hasil 8 dan pH sesudahnya 7.

b. Suhu

Hasil pemeriksaan laboratorium terhadap suhu pada

kelompok sebelum dan sesudah perlakuan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pemeriksaan kadar suhu sebelum dan sesudah pengolahan menggunakan tawas pada kelompok perlakuan dan kontrol

Pengulangan	perlakuan							
	Kontrol		0,25 gr/l		0,5 gr/l		0,75 gr/l	
	<i>Pre</i> (°C)	<i>Post</i> (°C)	<i>Pre</i> (°C)	<i>Post</i> (°C)	<i>Pre</i> (°C)	<i>Post</i> (°C)	<i>Pre</i> (°C)	<i>Post</i> (°C)
1	27	27	27	27	27	27	27	27
2	27	27	27	27	27	27	27	27
3	27	27	27	27	27	27	27	27
Jumlah	81	81	81	81	81	81	81	81
Rata-rata	27	27	27	27	27	27	27	27

Pada Tabel 5. dapat diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan suhu sebelum dan sesudah pada kelompok perlakuan. Rata-rata suhu sebelum,

suhu sesudah pada kelompok perlakuan dan pada kelompok kontrol tidak terjadi perubahan suhu sebesar 27°C

c. Kontrol

Hasil pemeriksaan laboratorium terhadap kadar *phosphate* sebelum dan sesudah

perlakuan pada kelompok kontrol disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pemeriksaan kadar *phosphate* sebelum dan sesudah perlakuan pada kelompok kontrol.

Pengulangan	Kontrol (mg/l)		Selisih (mg/l)	Keefektifan (%)
	<i>Pre</i>	<i>Post</i>		
1	5,788	4,476	1,312	22,668
2	5,786	4,323	1,463	25,285
3	5,888	4,334	1,554	26,393
Jumlah	17,462	13,133	4,329	74,3454
Rata – rata	5,8206	4,3776	1,443	24,7818

Pada Tabel 6. dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan kadar *phosphate* sebelum dan sesudah kontrol. Pada kelompok ini

dilakukan pengolahan limbah cair Rumah Sakit tanpa menggunakan tawas tetapi dilakukan pengadukan terjadi penurunan rata-rata 24,78%.

d. Variasi dosis sebesar 0,25gr/l

Hasil pemeriksaan laboratorium terhadap kadar *phosphate* kelompok perlakuan

sebelum dan sesudah pengolahan dapat disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil pemeriksaan kadar *phosphate* sebelum dan sesudah pengolahan menggunakan tawas dengan variasi dosis sebesar 0,25gr/l pada kelompok perlakuan

Pengulangan	Perlakuan (mg/l)		Selisih (mg/l)	Keefektifan (%)
	<i>Pre</i>	<i>Post</i>		
1	5,826	1,87	3,956	67,90
2	5,786	1,987	3,799	65,65
3	5,832	1,893	3,393	67,54
Jumlah	17,444	5,75	11,694	201,102
Rata – rata	5,814	1,916	3,898	67,03

Pada Tabel 7. dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan kadar *phosphate* sebelum dan sesudah perlakuan. Presentasi tertinggi pada perlakuan pengolahan limbah cair

Rumah Sakit menggunakan tawas dengan variasi dosis 0,25 gr/l terjadi pada pengulangan pertama yaitu sebesar 67,90%.

e. Variasi dosis sebesar 0,5gr/l

Hasil pemeriksaan laboratorium terhadap kadar *phosphate* kelompok perlakuan

sebelum dan sesudah pengolahan dapat disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil pemeriksaan kadar *phosphate* sebelum dan sesudah pengolahan menggunakan tawas dengan dosis tawas 0,5 gr/l pada kelompok perlakuan

Pengulangan	Perlakuan (mg/l)		Selisih (mg/l)	Keefektifan (%)
	<i>Pre</i>	<i>Post</i>		
1	5,534	0,49	5,044	91,14565
2	5,689	0,536	5,153	90,57831
3	5,843	0,337	5,506	94,23241
Jumlah	17,066	1,363	15,703	275,9564
Rata – rata	5,6886	0,4543	5,2343	91,98546

Pada Tabel 8. dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan kadar *phosphate* sebelum dan sesudah perlakuan. Presentasi tertinggi pada perlakuan pengolahan limbah cair

Rumah Sakit menggunakan tawas dengan variasi dosis 0,5 gr/l terjadi pada pengulangan ke-3 yaitu sebesar 94,23%.

f. Variasi dosis sebesar 0,75 gr/l

Hasil pemeriksaan laboratorium terhadap kadar *phosphate* kelompok perlakuan

sebelum dan sesudah pengolahan dapat disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil pemeriksaan kadar *phosphate* sebelum dan sesudah pengolahan menggunakan tawas dengan dosis 0,75 gr/l pada kelompok perlakuan

Pengulangan	Perlakuan (mg/l)		Selisih (mg/l)	Keefektifan (%)
	<i>Pre</i>	<i>Post</i>		
1	5,786	0,01	5,776	99,8271
2	5,687	0,01	5,677	99,8241
3	5,876	0,01	5,866	99,8298
Jumlah	17,349	0,03	17,319	299,4811
Rata – rata	5,783	0,01	5,773	99,82705

Pada Tabel 9. dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan kadar *phosphate* sebelum dan sesudah perlakuan. *Presentasi* tertinggi pada perlakuan pengolahan limbah cair

Rumah Sakit menggunakan tawas dengan variasi dosis 0,75 gr/l terjadi pada pengulangan ke-3 yaitu sebesar 99,829%.

Analisis Multivariat

Hasil uji normalitas data dan uji multivariat yang dilakukan untuk menentukan apakah ada perbedaan rata-

rata kadar *Phosphate* pada *pre* kontrol dan *pre* perlakuan.

Tabel 10. Hasil Uji Normalitas dan Uji Beda Pada Kelompok Kontrol dan Kelompok Penelitian Statistik Multivariat

No	Uji	<i>p-value</i>	Keterangan
1	<i>Shapiro-Wilk</i>	<0,05	H ₀ ditolak
2	<i>Kruskal Wallis</i>	>0,01	H ₀ ditolak

Tahap awal pada data rata-rata *pre* kontrol dan perlakuan didapatkan hasil yang berbeda-beda maka dilakukan uji beda, sebelum dilakukan uji beda, dilakukan uji normalitas data dengan menggunakan uji *Shapiro Wilk* di dapatkan hasil *p-value* < 0,05 ada satu kelompok data yang tidak normal, maka dilanjutkan dengan uji *Kruskal Wallis*. Hasil uji *Kruskal Wallis* yang didapatkan bahwa pada rata-rata *pre* kontrol dan perlakuan

didapatkan *p-value* > 0,01 yaitu 0,647, maka H₀ diterima dan H_a ditolak yaitu tidak ada perbedaan pada rata-rata *pre* kontrol dan perlakuan.

Hasil uji normalitas data dan uji multivariat yang dilakukan untuk menentukan apakah ada pengaruh variasi dosis tawas terhadap penurunan kadar *phosphate* limbah cair Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta.

Tabel 11. Hasil Uji Normalitas dan Uji Selisih Pada Kelompok Sebelum dan Sesudah Perlakuan

No	Uji	<i>p-value</i>	Keterangan
1	<i>Shapiro-Wilk</i>	>0,05	H ₀ diterima
2	<i>One Way Anova</i>	<0,01	H ₀ diterima

Tahap awal dalam uji statistik yaitu mengetahui distribusi data yang akan dianalisis apakah berdistribusi normal atau tidak dengan melakukan uji normalitas data. Uji normalitas data yang dipakai adalah uji *Shapiro-Wilk*. Sesudah di uji normalitas *Shapiro-Wilk* didapatkan hasil *p-value* atau nilai probabilitas > 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa distribusi data tersebut adalah berdistribusi normal. Oleh karena data berdistribusi normal, maka dilanjutkan dengan uji *One Way Anova*.

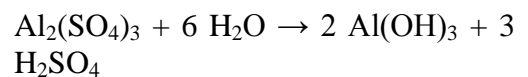
PEMBAHASAN

A. Kadar pH

Kadar pH pada penelitian ini mengalami penurunan dari masing-masing perlakuan. Pada perlakuan 0,25gr/l, 0,5 gr/l, 0,75 gr/l terjadi penurunan pH dari 8 menjadi 7 penurunan pH di tiap perlakuan sama dikarenakan pengukuran pH menggunakan pH *stick* tidak menggunakan alat pH meter maka hasilnya tidak terlalu rinci. Perlakuan ini pH cenderung asam dikarenakan pengaruh tawas. Jenis koagulan tawas akan bekerja baik pada derajat keasaman (pH) antara 6-8. Walaupun mengalami penurunan, kadar pH masih dalam rentang kerja tawas, maka tidak mempengaruhi proses penurunan kadar fosfat. Pada kelompok kontrol tidak terjadi perubahan pH yaitu 8, karena tidak diberikan tambahan koagulan. Tawas atau Aluminium sulfat ini ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) bila dilarutkan dalam air akan menghasilkan senyawa H_2SO_4 yang akan menurunkan pH air.

Reaksi yang terjadi :

Hasil uji *One Way Anova* menunjukkan bahwa pada berbagai variasi dosis tawas 0,25, 0,5, dan 0,75 gr/l didapatkan nilai signifikan 0,001 (*p-value* <0,01), maka H₀ ditolak dan H_a diterima yaitu ada pengaruh variasi dosis tawas terhadap penurunan kadar *phosphate* antara sebelum dan sesudah pemberian tawas dengan variasi dosis 0,25, 0,5, dan 0,75 menit pada limbah cair Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta.



(Asmadi dan Suharno, 2012).

Kadar pH pada kelompok kontrol dan perlakuan telah sesuai dengan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit di Propinsi Jawa Tengah. Pada baku mutu tersebut nilai ambang batas untuk parameter pH sebesar 6-9.

B. Suhu

Suhu pada penelitian ini tidak mengalami penurunan maupun peningkatan. Pada perlakuan 0,25 gr/l; 0,5gr/l; dan 0,75gr/l suhu tetap yaitu sebesar 27°C. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu yaitu thermometer air. Pada proses koagulasi suhu tidak terlalu berpengaruh. Kecuali pada pengolahan biologi pada proses anaerob harus dikondisikan suhu berkisar 25-35°C (Asmadi dan Suharno, 2012). Suhu pada kelompok kontrol dan perlakuan telah sesuai dengan Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit di Provinsi Jawa Tengah. Pada baku mutu tersebut nilai ambang

batas untuk parameter Suhu sebesar 30°C.

C. Kadar Phosphate

Data pemeriksaan kadar phosphate pada kelompok sebelum kontrol dan sebelum perlakuan mengalami perbedaan hasil. Untuk mengetahui kondisi awal kontrol dan sebelum perlakuan apakah ada perbedaan kadar *phosphate*, maka perlu dilakukan uji beda. Data hasil pengukuran awal kontrol dan sebelum perlakuan merupakan data rasio, maka perlu dilakukan uji normalitas data. Uji normalitas data didapatkan ada salah satu data yang $p\text{-value} < 0,05$ yaitu 0,03 data tidak normal maka dilanjutkan dengan uji *Kruskal Wallis*. Berdasarkan hasil uji *Kruskal Wallis* yang didapatkan bahwa pada rata-rata pre control dan perlakuan didapatkan $p\text{-value} > 0,01$ yaitu 0,674, maka H_0 diterima dan H_a ditolak yaitu tidak ada perbedaan pada rata-rata pre control dan perlakuan.

Setelah dilakukan uji beda maka didapatkan hasil tidak ada perbedaan rata-rata awal kontrol dan sebelum perlakuan. Berdasarkan hasil rata-rata kadar *phosphate* awal kontrol dan sebelum penelitian masih melebihi baku mutu Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit di Provinsi Jawa Tengah. Pada baku mutu tersebut nilai ambang batas untuk parameter *phosphate* sebesar 2 mg/l.

Kontrol pada penelitian ini mengalami penurunan kadar *phosphate* walaupun tidak ditambahkan koagulan tawas tetapi dilakukan perlakuan yaitu dengan cara pengadukan manual lambat 10 rpm selama 10 menit dan pengendapan 20 menit. Penurunan yang terjadi pada kelompok kontrol dengan rata-rata 24,78%. Penurunan ini terjadi karena proses pengendapan partikel-partikel padat dari air limbah dengan gaya

gravitasi (Sutrisno dan Suciastuti, 2007). Berdasarkan hasil rata-rata kadar *phosphate* kontrol dalam penelitian masih melebihi baku mutu Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit di Provinsi Jawa Tengah. Pada baku mutu tersebut nilai ambang batas untuk parameter *phosphate* sebesar 2 mg/l.

Pengolahan yang digunakan oleh peneliti adalah menggunakan tawas dalam bentuk serbuk dengan variasi dosis sebanyak 0,25 gr/l; 0,5 gr/l; dan 0,75 gr/l dengan menggunakan pengadukan manual lambat 10 rpm selama 10 menit kemudian diendapkan selama 20 menit, karena dari uji pendahuluan yang dilakukan pengadukan yang efektif yaitu pengadukan manual lambat.

Kecepatan pengadukan mempengaruhi efisiensi proses pengolahan, kecepatan putaran pengaduk yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan pecahnya flok yang sudah terbentuk dan akan mempersulit proses sedimentasi, pada umumnya kecepatan pengadukan berkaitan dengan waktu pengadukan (Metcalf dan Eddy dalam Asmadi dan Suharno, 2012).

Pada proses koagulasi dibutuhkan waktu pengadukan yang relatif cepat yaitu 2-15 menit, sedangkan pada proses pengendapan dibutuhkan waktu lebih lama yaitu 20-40 menit (Metcalf dan Eddy dalam Asmadi dan Suharno, 2012). Kadar *phosphate* dari masing-masing pengolahan dengan variasi tersebut telah sesuai dengan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit di Provinsi Jawa Tengah. Pada baku mutu tersebut nilai ambang batas untuk parameter *phosphate* sebesar 2 mg/l.

Berdasarkan hasil uji *One Way Anova* menunjukkan bahwa pada

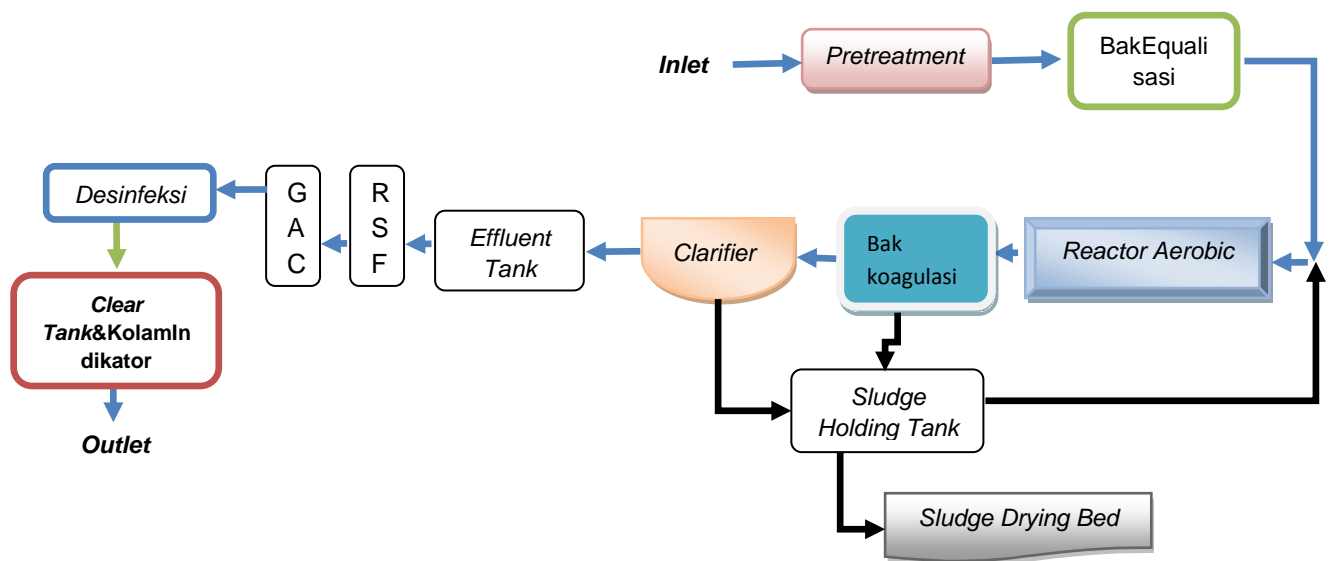
berbagai variasi dosis 0,25gr/l; 0,5gr/l; dan 0,75gr/l didapatkan nilai signifikan (*p-value*) <0,01 yaitu 0,001, maka H_0 diterima yaitu ada pengaruh variasi dosis tawas terhadap penurunan kadar *phosphate* antara sebelum dan sesudah penambahan tawas pada limbah cair Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta. Selain itu, dapat diketahui bahwa variasi dosis yang paling efektif yaitu 0,75gr/l untuk menurunkan kadar *phosphate* pada limbah cair Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta. Tawas dengan metode pengadukan manual dapat menurunkan kadar *phosphate* pada limbah cair Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta.

Kadar *phosphate* dengan variasi dosis 0,25gr/l mengalami penurunan sebanyak 67,03% dengan rata-rata *phosphate* setelah perlakuan sebesar 1,91mg/l. Kadar *phosphate* dengan variasi dosis 0,5 gr/l mengalami penurunan sebanyak 91,98% dengan rata-rata kadar *phosphate* setelah perlakuan sebesar 0,45 mg/l. Kadar *phosphate* dengan variasi dosis 0,75 gr/l mengalami penurunan sebanyak 99,82% dengan rata-rata kadar *phosphate* setelah perlakuan sebesar 0,01 mg/l.

Penurunan kadar *phosphate* terjadi karena proses bergabungnya *orthophosphate* dengan kation logam dari tawas. Tetapi, kemungkinan yang terjadi pada *polyphosphate* dan senyawa *phosphate* organik adalah disebabkan mekanisme absorpsi dan terperangkapnya senyawa tersebut dalam partikel flok yang terbentuk dan mengendap. Ion Alumunium Sulfat (Tawas) bergabung dengan ion *phosphate* melalui reaksi sebagai berikut (Soeparman dan Suparmin, 2002).



Penelitian yang dilakukan oleh peneliti sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Harahap dan Madianna (2005) pada limbah laundry yaitu, pemanfaatan tawas dengan beberapa dosis yaitu 0,1 gr, 0,5 gr, 1 gr, 2 gr, dan 3 gr dalam 1 liter. Kemudian pemeriksaan laboratorium diperoleh kadar *phosphate* sebelum penambahan tawas dalam metode *fluidisasi* dan *clarifier* yaitu 4,77 mg/l, sedangkan kadar *phosphate* setelah penambahan tawas dalam metode *fluidisasi* dan *clarifier* yaitu 1,53 mg/l; 1,72 mg/l; 1,41 mg/l; 0,89 mg/l dan 0,58 mg/l.



Gambar5. Rancangan Tambahan Diagram Alir Proses Pengolahan IPAL RS. PKU Muhammadiyah Surakarta Kapasitas 70 - 80 m³/hari

Berdasarkan penelitian ini, jika diimplementasikan di unit pengolahan limbah cair Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta yang telah memiliki sistem pengolahan limbah yang baik, perlu ditambahkan bak koagulasi dengan koagulan tawas sebelum proses *Clarifier* pada Instalasi Pengolahan Air Limbah. Proses koagulasi pada penelitian ini, menghasilkan endapan dari tawas yang telah mengikat *phosphate*. Endapan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai lumpur aktif pada proses pengolahan di *reactor aerobic*. Diketahui bahwa limbah cair yang dihasilkan oleh kegiatan Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta yaitu

70-80 m³ yaitu setara dengan 70000-80000 liter per harinya. Variasi dosis tawas yang efektif digunakan oleh peneliti adalah 0,75 gr/l. Maka, Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta sebaiknya menambahkan tawas pada bak koagulasi sebelum proses *Clarifier* sebanyak 52,5-60 kg tawas per harinya, atau tergantung dengan jumlah limbah yang dihasilkan. Jika ingin menggunakan dosis 0,25 gr/l Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta dapat menambahkan tawas pada bak koagulasi sebelum proses *Clarifier* sebanyak 17,5-20 kg tawas per harinya, dan pada dosis 0,5 dapat ditambahkan tawas sebanyak 35-40 kg per harinya.

PENUTUP

Simpulan

1. Ada pengaruh variasi dosis tawas terhadap penurunan kadar *phosphate* air limbah Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta (*p-value* < 0,01 yaitu 0,001).
2. Rata-rata kadar fosfat kontrol dan sebelum dilakukan pengolahan menggunakan variasi dosis tawas 0,25 gr/l; 0,5 gr/l; dan 0,75 gr/l tidak ada perbedaan (*p-value* > 0,01 yaitu 0,647).
3. Rata-rata kadar fosfat setelah dilakukan pengolahan menggunakan variasi dosis 0,25 gr/l; 0,5 gr/l; dan 0,75 gr/l adalah sebagai berikut:
 - a. Rata-rata kadar fosfat pada variasi dosis 0,25 gr/l sebesar 1,91 mg/L.
 - b. Rata-rata kadar fosfat pada variasi dosis 0,5 gr/l sebesar 0,45 mg/L.
 - c. Rata-rata kadar fosfat pada variasi dosis 0,25 gr/l sebesar 0,01 mg/L.
4. Variasi dosis tawas, 0,25 gr/l, 0,5 gr/l, dan 0,75 gr/l sudah efektif dalam

menurunkan kadar fosfat pada limbah cair Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta, karena hasil pengolahan sudah bisa turun dibawah baku mutu yang ditetapkan. Dosis efektif pada penelitian ini adalah 0,75 gr/l dengan keefektifan 99,8%.

Saran

1. Bagi Bagian Sanitasi RS PKU Muhammadiyah Surakarta
 - a. Pengolahan limbah cair di RS PKU Muhammadiyah perlu lebih ditingkatkan dengan menambahkan koagulan tawas sebanyak 52,5-60 kg/hari; 17,5-20 kg/hari; dan 35-40 kg/hari atau

tergantung dengan jumlah limbah yang dihasilkan pada proses *Clarifier* pada Instalasi Pengolahan Air Limbah.

- b. Endapan lumpur dapat digunakan sebagai lumpur aktif pada proses pengolahan di reaktor aerobik
2. Bagi peneliti lain

Peneliti lain bisa menggunakan koagulan jenis lain untuk menurunkan kadar *phosphate*.
3. Bagi Ilmu Pengetahuan

Hasil dapat digunakan sebagai alternatif teknologi pengolahan penurunan kadar *phosphate* air limbah rumah sakit.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmadi dan Suharno. 2012. *Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Connell, D.W. and Miller G.J., 1984, *Chemistry and Ecotoxicology of Pollution*, John Wiley & Sons Inc. New York.
- Depkes RI, 2004. Keputusan Menteri Kesehatan No. 1204/MENKES/SK/2004 tentang *Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit*. Jakarta : Depkes RI.
- Fajar, Ibnu. 2009. *Statistika Untuk Praktisi Kesehatan*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Gubernur Jawa Tengah. 2012. Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang *Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit Di Propinsi Jawa Tengah*.
- Harold H., Leslie E., Craine, David J. 2003. *Kimia Organik*. Jakarta : Erlangga.
- Harrison J.R., Joseph A. Husband, Jeanette A. Brown, Philip R. Kiser. 2005. *Biological Nutrient Removal (BNR) Operation In Waste Water Treatment Plants*. New York: McGraw-Hill.
- Kummerer, K. 2007. *Drugs in the Environment: Emission of Drugs, Diagnostic Aids and Sinficants into Wastewater by Hospitals in Relation to Other Sources-a Review*, Institute of Environmental Medicine and Hospital Epidemiology, Univerity Hospital Freiburg :Germany.www.pubmed.gov., diakses tanggal 12 april 2015.
- Kementerian Lingkungan Hidup 1995. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 58 Tahun 1995 tentang *Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Rumah Sakit*.
- Harahap dan Madiana. 2005. *Pemanfaatan Tawas (Al₂(SO₄)₃) Dalam Metode Fluidasi Dan Clarifier Untuk Menurunkan Kadar Fosfat Pada Limbah Deterjen Di Laundry Kota Medan* 2005. Medan: Universitas Sumatera Utara.

- Menkes RI. 2010. Keputusan Menteri Kesehatan no 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang *Persyaratan Kualitas Air Minum*. Jakarta.
- Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia RI. 2009. Undang – Undang Nomor 44 Tahun 2009 tentang *Rumah Sakit*. Jakarta
- Menteri Lingkungan Hidup. 2014. Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan. Jakarta. Proper.menlh.go.id. diakses tanggal 24 april 2015.
- Presiden RI. 2001. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang *Pengolahan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta.
- Riyanto, A. 2011. *Metodelogi Penelitian Kesehatan*. Yogyakarta: Nuha Medika.
- Siregar. 2005. *Instalasi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Soeparman Dan Soeparmin. 2001. *Pembuangan Tinja Dan Limbah Cair : Suatu Pengantar*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC
- Sugiharto. 2008. *Dasar-dasar pengolahan air limbah*. Jakarta: UI Press.
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung : Alfabeta.
- Sutrisno, Ir C Totok dan Eni Suciastuti. 2002. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Rineka Cipta
- Tamzil A., Dwi Y. P., Lola R. 2013. Pengaruh Penambahan Tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dan Kaporit $\text{Ca}(\text{OCL})_2$ Terhadap Karakteristik fisik dan Kimia air Sungai Lambidaro. Jurnal Teknik Kimia No. 3, Vol. 19. Agustus 2013.
- WHO. 1957. *Annual Report Of The Director-General To The World Health Assembly And To The United Nations*. Geneva : WHO.